

Revista Actividad Física y Ciencias
Año 2018, vol. 10, N° 2

**DINÁMICA DE LAS ADAPTACIONES MORFOFUNCIONALES PROVOCADAS
POR LA ACTIVIDAD FÍSICA AERÓBICA EN ADULTOS SEDENTARIOS**

**DYNAMICS OF MORPHOFUNCTIONAL ADAPTATIONS GENERATED BY
SEDENTARY ADULT'S AEROBIC PHYSICAL ACTIVITY**

Manuel Cortina

Universidad de Córdoba, Montería-Colombia

Gustavo Jarava

Rina Sierra

Yaneth Herazo

Universidad Simón Bolívar, Barranquilla

Luis Cardozo

Universidad San Buenaventura, sede Cartagena, Colombia

Jesús Lozada

Observatorio en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Venezuela

mjcortinanunez@correo.unicordoba.edu.co

Resumen

La actividad física en adultos sedentarios es un tema que apasiona y crece cada día en el campo de las ciencias del ejercicio. La intervención terapéutica del ejercicio físico para rehabilitar o mantener la salud, tiene vigencia milenaria y, más hoy día que la humanidad enfrenta la combinación de factores como el sedentarismo, la inactividad física y los malos hábitos alimenticios. **Objetivo:** determinar la dinámica de las adaptaciones morfofuncionales provocadas por la actividad física en adultos sedentarios de la Caja de Compensación Familiar de Córdoba, Comfacor. **Metodología:** estudio con enfoque cuantitativo, de corte longitudinal, en adultos sedentarios de la Caja de Compensación Familiar de Córdoba en la ciudad de Montería desarrollado en el periodo desde Septiembre 2016 a Marzo de 2017. **Resultados:** entre los principales resultados de este trabajo se pudo establecer las diferencias de las dinámicas de cambios entre los dos géneros, con mayor significancia entre los hombres. Las mujeres no presentaron diferencias significativas en las variables morfológicas ($p > 0,005$), en tanto que los hombres presentaron cambios positivos en la reducción de peso corporal, IMC y perímetro abdominal ($p < 0,005$). El VO_2 presentó cambios significativos en ambos sexos ($p < 0,005$), siendo casi el doble en los hombres con respecto de las mujeres. Se sugiere combinar estos programas con intervención nutricional e introducir trabajos de fuerza y ejercicios interválicos como el HIT o el HIIT.

Palabras clave: sedentarismo, sobrepeso, obesidad, ejercicio, efectos, antropometría.

Abstract

Physical activity in sedentary adults is a topic that is passionate and growing every day in the field of exercise science. The therapeutic intervention of physical exercise to rehabilitate or maintain health, has millennial validity and, more today, that humanity faces the combination of factors such as sedentary lifestyle, physical inactivity and bad eating habits.

Objective: to determine the dynamics of the morphofunctional adaptations caused by physical activity in sedentary adults of the Family Compensation Fund of Córdoba, Comfacor. **Methodology:** a quasi-experimental study with longitudinal quantitative approach in sedentary adults of the Family Compensation Fund of Córdoba Comfacor of the city of Montería was carried out during the period from September 2016 to March 2017.

Results: among the main results of this work it was possible to establish the differences of the dynamics of changes between the two genders, with greater significance among men. The women did not present significant differences in the morphological variables ($p > 0.005$), while the men presented positive changes in the reduction of body weight, BMI and abdominal perimeter ($p < 0.005$). VO_2 presented significant changes in both sexes ($p < 0.005$), being almost double in men with respect to women. It is suggested to combine these programs with nutritional intervention and introduce force work and intervallic exercises such as HIT or HIIT.

Key words: sedentary, overweight, obesity, exercise, effects, anthropometry.

Introducción

Los impactos negativos de la falta de ejercicio físico regular sobre la salud humana y en los desempeños y relaciones laborales o personales, hace tiempo que se vienen documentando y, cada vez más, se tiene información sobre la diversidad de efectos adversos que esta problemática genera. La situación antes mencionada es de preocupación mundial, llevando a que organizaciones que regentan políticas orbitales como la Organización Mundial de la Salud OMS, la Organización de las Naciones Unidas y otras, están impulsando políticas que estimulen la actividad física para que se implementen y desarrollen en los respectivos estados miembros.

Sobre lo anterior, la OMS ha propuesto varias metas dentro de su Plan de acción mundial “10 datos sobre la actividad física para la prevención y el control de las Enfermedades No Transmisibles 2013-2020, en el que se hace un llamamiento a reducir en un 10% la inactividad física de aquí a 2025, lo que también contribuirá a alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible” (1). Las preocupaciones sobre el impacto negativo en la salud son de tal magnitud, que muchos estados miembros se han visto abocados en legislar sobre el asunto, sobretudo porque se tienen estimaciones muy precisas de los impactos económicos que también afectan a los sistemas de salud y, por ende, en las economías, calculadas en billones de dólares anualmente.

Así mismo, la OMS (2013), ha modificado sustancialmente sus recomendaciones sobre los requerimientos de, por lo menos, 30 minutos diarios de ejercicios físicos en el nivel vigoroso, entendiendo lo vigoroso como ejercicio de alta intensidad (2).

Objetivo general

Determinar la dinámica de las adaptaciones morfo-funcionales provocadas por la actividad física en adultos sedentarios de la Caja de Compensación Familiar de Córdoba, Comfacor.

Objetivos específicos

- Establecer los efectos del ejercicio físico en el peso corporal de los participantes del estudio.
- Verificar las dinámicas de cambios provocadas por el ejercicio físico en el Índice de Masa Corporal de adultos sedentarios participantes.
- Identificar los cambios en el porcentaje de grasa provocadas por la actividad física en los adultos sedentarios participantes en el estudio.
- Establecer los efectos del ejercicio físico sobre el perímetro abdominal en adultos sedentarios participantes del programa de actividad física.
- Identificar las adaptaciones de la función cardiorrespiratoria provocadas por la actividad física en los adultos participantes en el estudio.

Materiales y métodos

El presente fue un estudio cuasi experimental, de corte longitudinal y con enfoque cuantitativo, debido a que se hizo una intervención al objeto de estudio durante un tiempo con controles de entrada, intermedios y de salida. El proyecto se extendió hasta los seis meses de intervención del programa, más precisamente hasta completar las (12) semanas de carga acumuladas en cada uno de los participantes. Para la muestra definitiva, se observaron algunos de criterios de inclusión, como sigue:

- Pertenecer a la planta de empleados de COMFACOR, con edades entre 25 y 59 años máximos.
- Reportar en historia clínica del servicio médico de la Institución estado de sobrepeso u obesidad, o presentar características cercanas al síndrome metabólico.
- No presentar discapacidad morfológica o factores de riesgo con complicación para el ejercicio físico regular.
- Disponibilidad en los horarios laborales y personales para cumplir con las actividades del programa, hasta completar 12 semanas continuas de ejercicios físicos.

Finalmente, 26 personas cumplían los criterios y se mostraron dispuestas a participar del estudio. Del total de veintiséis personas, una (1) abandonó el programa y otras cinco (5) fueron irregulares en su asistencia al centro de acondicionamiento físico que administra la misma

empresa; por lo cual, la muestra definitiva del estudio se compuso de 20 individuos conformada por doce (12) mujeres y ocho (8) hombres, adultos sedentarios, siendo todos plenamente informados bajo los criterios de la declaración de Helsinki sobre investigación en seres humanos, constituyendo un muestreo intencionado sobre esa población.

El proyecto contó con la aprobación del Comité Paritario de Salud Laboral de la Caja de Compensación Familiar y fue puesto en total conocimiento de la división de Talento Humano para su aprobación e implementación. La estructura básica del programa de ejercicios se concibió como lo muestra la siguiente tabla:

Tabla 1. Programa de Ejercicios Físicos												
Meses	01				02				03			
Ciclos	Adaptación				Intensivo I				Intensivo II			
Semanas	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Sesiones/semana	3				3				3			
Volumen por sesión	30-40'				40-50'				50'			
Volumen semanal	90-120'				120-150'				150'			
Intensidades	60%				60-70%				60-70%			
Controles	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Test integral	x			x				x				x

Para las mediciones antropométricas se utilizaron técnicas y protocolos ajustados a los estándares de la Sociedad Internacional para el Avance de la Kinantropometría ISAK y también observando las recomendaciones del Consenso del Grupo Español de Cineantropometría GREC (3), siempre calibrando los equipos necesarios.

Así, el peso corporal fue controlado con la menor indumentaria de vestimenta posible en horarios matutinos preferiblemente, y usando equipo balanza clínica de alta precisión con capacidad hasta 120 kilogramos. Para la talla se utilizó el estadiómetro de pared marca Rosscraft de 10 centímetros de ancho y rangos de precisión de hasta 0,1 centímetro; los pliegues cutáneos fueron tomados usando el equipo profesional marca Harpenden metálico de alta precisión con rango de cero hasta 50 milímetros; las mediciones de circunferencias corporales fueron tomadas usando cinta antropométrica marca Rosscraft con rango de precisión de 1 mm; el porcentaje graso se obtuvo usando el protocolo de Durnin & Womersley (1974) definido para la densidad corporal en adultos no deportistas y complementado con la ecuación de Siri % Masa grasa = $(495/DC) - 450$, conforme

tablas de referencias segmentadas por géneros y grupos de edad, donde se suman los milímetros de los pliegues bíceps, tríceps, subescapular y suprailíaco.

Para la valoración del consumo submáximo de oxígeno, el equipo de investigación definió aplicar la prueba de Bruce adaptada para adultos sanos debido a criterios médicos que posibilitaban hacer ejercicios físicos con muy bajos riesgos; la cual implica aplicar cargas progresivas con etapas de tres minutos cada una, empezando con una velocidad de 1,7 mph y 10 grados de inclinación, hasta alcanzar una posible sexta etapa con velocidades de 6.0 mph e inclinación de 22 grados, utilizando trotadora marca BH Fitness maratón trainer, con capacidad de hasta 120 kilogramos de peso. La mayoría de los grupos alcanzó completar las etapas tercera y cuarta, dadas contadas excepciones.

Como medidas de bioseguridad se utilizó la aplicación previa del instrumento Par-Q a todos los participantes y el registro del ritmo cardiaco antes, durante y después del ejercicio, observando que las respuestas agudas al ejercicio se presentaran dentro de rangos normales. El equipo de investigación desistió del control de la presión arterial durante la aplicación del Test por dificultades de precisión en la toma de los datos reales.

Los datos fueron compilados en los instrumentos de recolección y luego almacenados y depurados en base de datos construida con el programa Excel de Windows y para el análisis estadístico se utilizó el paquete de análisis de datos para la investigación en ciencias sociales, software spss, versión .24. El análisis estadístico se orientó desde la estadística paramétrica, con pruebas de normalidad para datos agrupados y comparaciones intra e intergrupos.

Resultados

Las tablas 2 y 3 muestran los resultados obtenidos de la prueba Shapiro- Willk, la cual determina la normalidad de los datos. Se evidencia que en el grupo de los hombres todas las variables poseen una distribución normal, excepto el peso. En el grupo femenino las variables peso, IMC y porcentaje graso mostraron una distribución normal a diferencia del perímetro abdominal y el consumo de oxígeno máximo.

Tabla 2. Resultados de la prueba de normalidad – grupo masculino

Variable	P-valor	Normalidad
Peso	0,008	NO
IMC	0,346	SI
% Graso	0,451	SI
P. Abd.	0,839	SI
VO ₂	0,855	SI

Tabla 3. Resultados de la prueba de normalidad – Grupo femenino

Variable	P-valor	Normalidad
Peso	0,19	SI
IMC	0,245	SI
% Graso	0,763	SI
P. Abd.	0,001	NO
VO ₂	0,0	NO

La tabla 4 muestra los resultados de las pruebas de Wilcoxon para peso y T student para el resto de las variables con un nivel de significancia del 0,05, evidenciando diferencias significativas para todas las variables exceptuando porcentaje graso.

Tabla 4. Resultados de la prueba comparativa – grupo masculino

Variable	Prueba comparativa	p-valor de la prueba	Diferencias
Peso	Wilcoxon	0,031	Sí hay diferencias
IMC	t-pareada	0,046	Sí hay diferencias
% Graso	t-pareada	0,054	No hay diferencias
P.Abd	t-pareada	0,023	Sí hay diferencias
VO ₂	t-pareada	0,003	Sí hay diferencias

Tabla 5. Medidas descriptivas de las variables relativas a la composición corporal y al VO₂ en Hombres

Variable	Peso (Kg)		IMC		% Graso		P. Abdominal		VO ₂	
Momento	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
Media	94,4	93,0	33,2	32,7	30,3	29,6	108,1	106,3	23,4	32,9
SD.	14,9	14,5	4,2	4,0	3,8	3,1	8,5	8,7	5,6	5,2
Coef. de V. (%)	15,8	15,7	12,4	12,2	12,2	10,3	7,9	8,3	22,2	14,7
Valor p	0,031		0,046		0,054		0,023		0,003	

Tabla 6. Medidas descriptivas de las variables relativas a la composición corporal y al VO₂ en mujeres

Variable	Peso (Kg)		IMC		% Graso		P. Abdominal		VO2	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
Media	73,2	73,1	29,0	29,0	40,4	41,1	86,8	87,5	23,9	28,6
SD.	9,4	9,7	3,4	3,4	4,1	3,8	8,3	9,0	7,9	9,5
Coef. de V. (%)	12,8	13,3	11,7	11,7	10,2	9,3	9,6	10,3	33,0	39,8
Valor p	0,851		0,825		0,15		0,834		0,005	

El análisis exploratorio inicial permite observar el comportamiento de cada una de las variables de estudio, mediante el establecimiento de algunos estadísticos de tendencia central y de variabilidad. La comparación viable que puede observarse de inicio es la prevalencia de obesidad grado I en el grupo masculino (IMC 33.2 kg/mt²), mientras que el grupo femenino se presentó en la condición de sobrepeso (IMC 29.0 kg/mt²).

En el caso de los hombres (Tablas 5), se puede observar las diferencias de los momentos antes (A) y después (D) de aplicado el programa de ejercicios en todas las variables del estudio sobresaliendo la notoria ganancia en el consumo de oxígeno de casi 10 ml/kg/min en promedio para el grupo. Situación diferente se presentó en el grupo femenino cuyos valores de las pruebas post ejercicios no reflejan ganancias o mejoras en la condición morfológica de su aptitud física, pero si se observó ganancias del consumo de oxígeno (Tabla 6).

Las diferencias encontradas en los promedios de las variables al comparar los dos momentos del tiempo del estudio en el grupo de los hombres, llevan a pensar que sí hubo un efecto del trabajo realizado al que se sometieron los individuos sobre las variables, sin embargo no es evidencia suficiente para asegurar la existencia de dicho efecto. Por lo tanto es necesario llevar a cabo un proceso de inferencia estadística que permita confirmar o refutar estas hipótesis.

Por tal motivo es preciso realizar pruebas de hipótesis de comparación de medias o medianas, dependiendo el caso, para verificar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de cada variable en los momentos “Antes” y “Después”.

Así, en cada grupo de individuos por separado (Hombres y Mujeres), para cada variable del estudio se debe realizar el contraste de hipótesis mostrado en la Figura 1.

$$\begin{array}{c} H_0: \lambda_A = \lambda_D \\ v. s \\ H_1: \lambda_A \neq \lambda_D \end{array}$$

Figura 1. Prueba de hipótesis de medias.

donde μ_A y μ_D son las medias de la variable en los momentos “Antes” y “Después”, respectivamente. Así mismo se hace esta comparación de las densidades para las diferencias entre las mediciones de los dos momentos para cada una de las variables. Dicho resultado en la variable peso corporal en hombres se presenta en la Figura 2.

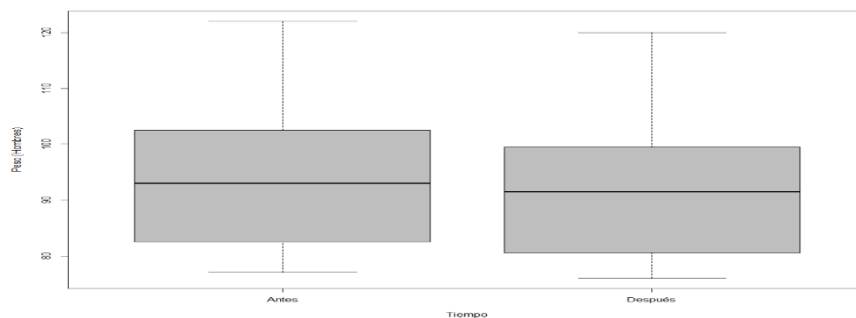


Figura 2. Diagramas de caja de la variable peso en los dos momentos – Hombres.

Se puede observar gráficamente lo comentado anteriormente, la similitud en la dispersión (altura de la caja) y la disminución en el peso promedio (mediana, línea negra horizontal del centro de la caja). El mismo análisis se puede realizar para las variables IMC, % graso y perímetro abdominal, en las cuales se encontraron de igual manera un valor promedio inferior en el momento “Después” (Ver Tabla 5). Sin embargo y como es lógico, la variable VO_2 muestra un comportamiento contrario, pues presentó un valor promedio mayor, paso de 23,4 a 32,9 ml/kg/min. Con respecto a la variabilidad de los datos, para la variable peso por ejemplo, se encuentra que tanto su desviación estándar como su coeficiente de variación son inferiores en el momento “Después”, indicando así que hay una disminución en la dispersión de los datos,

es decir, mayor homogeneidad en los valores. Este mismo comportamiento se presentó para todas las variables restantes IMC, % graso y VO_2 , a excepción de la variable perímetro abdominal en la que se obtuvo un aumento en la variabilidad. Se encontró entonces que para todas las variables estudiadas sí existen diferencias estadísticas significativas entre las medias (mediana para el caso

del peso) de los momentos “Antes” y “Después”, a excepción de la variable % graso para la cual no hubo un cambio significativo. Al recordar lo encontrado en el análisis exploratorio expuesto anteriormente, se pueden resumir los resultados en la Tabla 7.

Tabla 7. Resultados finales - Grupo masculino

Variable	Resultado
Peso	Disminuyó
IMC	Disminuyó
% Graso	Se mantuvo
P.Abd	Disminuyó
VO ₂	Aumentó

Mujeres

Realizando el mismo análisis ejecutado en el caso de los hombres, se obtuvieron los análisis comparativos de las densidades empíricas de los datos y su respectiva curva normal teórica. Luego se procedió a verificar formalmente si las diferencias de los valores de las variables entre los momentos del estudio para las mujeres poseen distribución de probabilidad normal para el peso, IMC y %graso, diferentes a perímetro abdominal y VO₂ con distribución no normal. Luego, según el resultado de normalidad, se aplicó la prueba comparativa t-pareada o Wilcoxon. Los resultados son presentados en la Tabla 8 y 9.

Tabla 8. Resultados de la prueba de normalidad – Grupo femenino

Variable	p-valor	Normalidad
Peso	0,19	Sí es Normal
IMC	0,245	Sí es Normal
% Graso	0,763	Sí es Normal
P.Abd	0,001	No es Normal
VO ₂	0	No es Normal

Tabla 9. Resultados de la prueba comparativa – Grupo femenino

Variable	Prueba comparativa	p-valor de la prueba	Diferencias	Resultado
Peso	t-pareada	0,851	No hay diferencias	Se mantuvo
IMC	t-pareada	0,825	No hay diferencias	Se mantuvo
% Graso	t-pareada	0,159	No hay diferencias	Se mantuvo
P.Abd	Wilcoxon	0,834	No hay diferencias	Se mantuvo
VO ₂	Wilcoxon	0.005	Si hay diferencias	Aumentó

Con estos resultados se comprueba entonces que para el caso de las mujeres no se encontró evidencia estadística para afirmar que existen diferencias significativas entre los valores medios en el grupo de las variables morfológicas en los momentos “Antes” y “Después”. Es decir, no hubo cambios significativos en su condición morfológica según los valores promedios de las variables medidas en los dos momentos del estudio, pero si en la condición funcional de resistencia cardiovascular medida a través del consumo de oxígeno o VO₂.

Discusión

En el grupo masculino, el programa de ejercicios tuvo efectos de cambios positivos homogéneos cuando observamos en conjunto las comparaciones de las variables de estudio en los momentos de Antes y Después. Así, observando la variable peso corporal, presentó modificaciones, que aunque menores, se pueden observar en los resultados de los momentos de aplicación de los test, pasando de 94.4 kilogramos en promedio al inicio (SD 14,9), hasta 93.0 al final de las 12 semanas de ejercicios (SD 14,5), presentando diferencias significativas ($p < 0,005$). Esto permite decir que las cargas de ejercicios impactaron positivamente sobre la reducción del peso corporal en los hombres, representando una disminución promedio de -1,4 kilogramos de peso corporal (IC95%).

Lo anterior se asemeja a los resultados encontrados por Pérez-Idárraga et al. 2015, (3) en un estudio experimental sobre intervención con rumba en adultos (edades de 20 a 59 años) con síndrome metabólico ($n = 53$) en el municipio de Valparaíso, Colombia, quienes después de 12 semanas de intervención con frecuencias de ejercicios de tres veces por semana, lograron establecer disminuciones en el peso corporal promedio de -2,8 kg; (IC95%: -3,8 a -1,8, $P < 0,001$).

Cuando se mira esta variable en el grupo femenino, los resultados no muestran el mismo comportamiento que en el grupo de los hombres; presentando ninguna modificación significativa al comparar los resultados de entrada y salida en el programa de ejercicios ($p > 0,05$). Las variables como el IMC o el perímetro de cintura, están muy ligadas a una real pérdida de peso corporal y en

nuestro estudio, el grupo femenino no presentó resultados de cambios favorables. Sobre estos efectos no muy alentadores del ejercicio tradicional como las caminatas o el jogging, se debate mucho en la literatura científica de actualidad (4, 5 y 6), dado que los impactos reales en la degradación de ácidos grasos, se hace muy poco representativa cuando de la reducción de masa grasa se trata. Algunos estudios apuntan a observar las deficiencias de fuerzas en miembros inferiores para promover verdaderos esfuerzos físicos durante las caminatas en personas con obesidad u otras patologías combinadas que impiden a los individuos promover lipólisis efectiva que incida en la degradación de ácidos grasos y con ello, incidir en la efectiva orientación de cambios positivos en variables antropométricas como el IMC o el perímetro abdominal (7, 8, 9, 10).

Estos resultados coinciden con el estudio de Álvarez y otros (2012), en el cual, 43 mujeres sedentarias, pre-diabéticas y con sobrepeso y obesidad reclutadas en el Centro de Salud Familiar de Los Lagos (CESFAM), Región de Los Ríos, Chile, fueron sometidas a un programa de 12 semanas con ejercicios de alta intensidad en intervalos combinados con trabajos de fuerza, cuyos resultados no mostraron cambios significativos ($p > 0.05$) en ninguna de las variables antropométricas como el peso, IMC, perímetro de cintura y masa grasa; sin embargo, en el mismo estudio, los efectos encontrados sobre la capacidad cardiorrespiratoria medida a través del test UKK y sobre la PAS (mmhg) e indicadores metabólicos como la glicemia e insulino-resistencia, mostraron diferencias significativas ($p < 0.005$) (11).

Por otro lado, estos resultados contrastan con el estudio de Vaquero R (12), tras implementar un programa de 16 semanas de *Pilates Mat* en 21 mujeres adultas para verificar sus efectos sobre las variables antropométricas, la composición corporal y el somatotipo, en mujeres adultas con experiencia previa tras 3 semanas de desentrenamiento, obteniendo reducción significativa en el peso corporal, IMC y en los pliegues cutáneos.

Lo anterior puede deducirse en que las adaptaciones funcionales como respuesta a la intervención con ejercicios físicos, presentan más fácil asimilación cuando se comparan con los efectos en indicadores antropométricos, requiriendo estos últimos el acompañamiento de control nutricional hipocalórico para la obtención de mejores beneficios (Perna, 2004; 13); en los resultados de nuestro estudio, se puede visualizar que en el grupo de las variables morfológicas, los cambios presentaron menos impactos en comparación con la variable del consumo de oxígeno, especialmente en el grupo femenino, diferenciándose del grupo masculino cuyos efectos del programa presentaron impactos positivos en casi todas las variables de estudio, con excepción del porcentaje graso ($p > 0.005$).

En cuanto a los efectos producidos por el programa de ejercicios sobre el índice de Masa Corporal IMC en el grupo masculino, los resultados permiten observar impactos positivos ($p < 0, 005$),

aunque no tan profundos en cuanto al estado de cambio que refleja una media de 33,2 kgs/mts² en el momento Antes del ejercicio y una media de 32,7 kgs/mts² al finalizar el programa, considerando que no hubo control en variables como la dieta, lo cual pudo condicionar la efectividad del programa de ejercicios, señalado en estudios consultados (14,15 y 16).

Es sabido que para este tipo de población de adultos, no son fáciles los estados de cambios para variables como el peso corporal o el IMC en programas de intervención controlando solamente el ejercicio físico; en un estudio realizado con adultos sedentarios obesos (n = 22), Perna et. al (2004), aplicando ejercicios aeróbicos a un grupo y con ejercicios de fuerza en otro grupo, combinando en ambos grupos la implementación de dietas hipocalóricas durante 12 semanas, hallaron resultados altamente significativos en VO₂ Pico (33%), reducción del peso corporal de -19% y -16%, respectivamente, sugiriendo así la inminente necesidad de acompañar estas intervenciones con programas de control nutricional (13).

Por otra parte, Stephen Ball y Anne Bolhofner (2009), en un estudio con 43 mujeres sedentarias y con sobrepeso (IMC 25 kgs/mts²) cuyos propósitos fueron comparar los efectos del ejercicio físico frente a los programas comerciales de dietas para la pérdida de peso corporal, encontraron una significativa disminución en el peso corporal y en la grasa abdominal subcutánea ($p < 0,001$) en el grupo sometido al programa comercial de pérdida de peso corporal, y sin diferencia significativa en estas dos variables en el grupo sometido al programa de ejercicios por 12 semanas. En este mismo estudio, el porcentaje de grasa general no presentó modificaciones significativas ($p > 0,001$) en los grupos del estudio (17).

Sobre los resultados en la variable de la capacidad aeróbica, el programa de ejercicios de nuestro estudio mostró efectos positivos en ambos grupos ($p < 0,001$), aunque se mostró mucho más aumentada en el grupo masculino. Estos resultados son similares a estudios citados en donde las mejoras en la ventilación, difusión y transporte del oxígeno, favorecen la capacidad de captar el gas por los tejidos activos para la elaboración de energía en los entornos mitocondriales, determinando así, mejoras en la resistencia a la fatiga por el incremento en la capacidad oxidoreductora derivada de la hipertrofia e hiperplasia mitocondrial (18, 19, 20, 21).

Las conclusiones de muchos estudios indican la necesidad que estos programas de ejercicios físicos, aparte de la necesaria intervención nutricional, también contengan ciertas características en su estructuración, en cuanto a volumen, intensidad, densidad o frecuencia.

Sobre estos parámetros, la literatura científica de actualidad sugiere una variedad para el volumen en dependencia de la combinación con la intensidad: es clásicamente sabido que la ejercitación en condiciones metabólicas de *estady estate* o estado de equilibrio, demandan una extensa duración (superior a 30 minutos) en cada sesión de entrenamiento para una efectiva estimulación de la

lipólisis, fundamento fisiológico que ha sustentado al clásico ejercicio aeróbico como la caminata, natación, aerobics, spinning y todos aquellos ejercicios en el llamado nivel aeróbico o por debajo del umbral (19,20, y 21). Sin embargo, en el debate de actualidad se discute sobre los reales efectos de este tipo de ejercicios en cuanto a las necesidades de generar estrés metabólico que excite las cascadas degradativas necesarias.

El sustento de métodos de ejercicios como el llamado HIT o también el HIIT, intentan romper las teorías del ejercicio aeróbico clásico, proponiendo la estructura interválica de la carga de ejercicios con acciones de alta y muy alta intensidad de entre 15 hasta 45 segundos de duración, con descansos activos un poco más extensos que la duración de la carga, desarrollando varias series hasta sumar acúmulos de 20 a 30 minutos, dependiendo del nivel de aptitud física y la salud del individuo, inclusive, hasta para intervención en cardiopatías o regímenes post operatorios (22,23).

Un capítulo especial se merece el desarrollo de la fuerza dentro de la actualidad en materia de programas de ejercicios con intenciones de mejorar o mantener la salud. El sustento fisiológico que acompaña el debate en la literatura de actualidad está soportado en que la falta de actividad física acompañada de sobrepeso u obesidad, y quizás una o dos patologías metabólicas, trae aparejada la llamada sarcopenia o pérdida progresiva de tejido muscular, lo cual no es reversible con el llamado ejercicio aeróbico tradicional, especialmente cuando hay lipotoxicidad celular (24, 25, 26).

En cuanto a la frecuencia del ejercicio, hoy se sugiere la actividad física diaria, con volúmenes mínimos de 30 minutos y, en lo posible, con intensidades que califiquen con nivel vigoroso. La misma OMS propone esta forma de ejecutar los programas de ejercicios acompañados con intervención nutricional y demás hábitos de estilos de vida saludables (2, 27, 28, 29 y 30).

Conclusiones y recomendaciones

El impacto del ejercicio físico puede variar entre las dimensiones morfológicas y funcionales, para una misma población y con similares cargas de trabajo. Las modificaciones de orden morfológico parecen requerir de mayores intervenciones en cuanto a tiempo, intensidad, volumen, densidad, e incluso, disminuir y controlar los aportes calóricos para observar impactos que puedan generar el suficiente nivel de estrés metabólico que contribuya a efectivas alteraciones en tejidos y órganos. Para una mayor efectividad en este tipo de estudios, se sugiere un estricto control nutricional en los participantes, inclusive en los grupos controles cuando los hubiere.

Financiación

El proyecto en su totalidad fue financiado por el grupo de investigadores, contando con la colaboración de las dependencias de Talento Humano, Salud en el Trabajo y el personal de profesionales del Centro de Acondicionamiento Físico del parque Tacasuam bajo la administración de la Caja de Compensación Familiar de Córdoba COMFACOR.

Referencias

- Alfonso, M., Vidarte, J., Vélez, C. y Sandoval, C. (2013). Prevalencia de sedentarismo y factores asociados, en personas de 18 a 60 años en Tunja, Colombia. *Fac Med. 61* (1), 3–8. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmun/v61n1/v61n1a02.pdf>
- Álvarez, C. (2012). Efectos del ejercicio físico de alta intensidad y sobrecarga en parámetros de salud metabólica en mujeres sedentarias, pre-diabética con sobrepeso u obesidad. *Revista Médica, Chile; 140*, 1289-1296.
- Barquera, S., Campos, I., Hernández, L., Pedroza, A. y Rivera, J. (2013). Prevalencia de obesidad en adultos mexicanos, 2000-2012. *Revista de Salud Pública, México, 55* (2), 151-160. Disponible: <http://www.scielo.org.mx/pdf/spm/v55s2/v55s2a12.pdf>
- Compean, L., Quintero, L. y Del Ángel, B. (2013). Educación, actividad física y obesidad en adultos con diabetes tipo 2 desde la perspectiva del autocuidado de Orem. *AQUICHAN. Colombia; 13* (3): 347-362.
- Escalante, Y. (2011). Actividad física, ejercicio físico y condición física en el ámbito de la salud pública. *Revista Española de Salud Pública, 85* (4), 325-328.
- Flum, D. R. (2009). Perioperative safety in the longitudinal assessment of bariatric surgery. *New England, Journal Med, 361* (5), 445-454. Disponible en: <https://www.nejm.org/doi/pdf/10.1056/NEJMoa0901836>
- Gómez, G. y Tarqui, C. (2017). Prevalencia de sobrepeso, obesidad y dislipidemia en trabajadores de salud del nivel primario. *Revista Duazary, 14* (2), 141-148. Disponible en: <http://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/duazary/article/view/1972>
- Group of Kinanthropometry of Spanish Federation of Sports Medicine (2009). Body Composition Assessment in Sports Medicine. Statement of Spanish. *Revista Archivos de Medicina del Deporte, XXVI* (131), 166-179.
- Hood, D. (2001). Biogénesis mitocondrial en músculo esquelético inducida por actividad contráctil. *Revista digital EFDeportes.com, 112*. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/>
- Izquierdo, M. (2014). *Ejercicio físico es salud, prevención y tratamiento de enfermedades mediante la prescripción de ejercicio*. Segunda Edición, España: Exercycle.
- López, B. y Martínez, I (2010). *Valoración de la mejora de la capacidad aeróbica en sujetos adultos con edades comprendidas entre los 35 y 65 años*. 41-46. Disponible en: <http://search.proquest.com/docview/1095373757?accountid=45648>

- López, J. y Fernández, A. (2006). *Fisiología del ejercicio*. Madrid: Médica Panamericana.
- Matus, N., Álvarez, G., Nazar, D. y Mondragón, R. (2016). Percepciones de adultos con sobrepeso y obesidad y su influencia en el control de peso en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. *Revista de Salud Pública*, 24 (47), 381-409.
- Ministerio de la Protección Social, Departamento Administrativo del Deporte, la Recreación, la Actividad Física y el Aprovechamiento del Tiempo Libre. (2011). *Hábitos y Estilos de Vida Saludable*. Tomo 2. Colombia.
- Organización Mundial de la Salud (2002). *Informe sobre la salud en el mundo: reducir los riesgos y promover una vida sana*. Disponible en: <http://www.who.int/features/factfiles/physical>
- Organización Mundial de la Salud (2010). *10 datos sobre la actividad física*. Disponible en: http://www.who.int/features/factfiles/physical_activity/es/
- Organización Mundial de la Salud (2010). *Recomendaciones mundiales sobre la actividad física para la salud*. Disponible en: <https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet>
- Organización Mundial de la Salud (2013). *La actividad física en los adultos, niveles recomendados de actividad física para la salud de 18 a 64 años*. Disponible en: https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_adults/es/
- Padilla, C., Sánchez, P. y Cuevas, M. (2014). Beneficios del entrenamiento de fuerza para la prevención y tratamiento de la sarcopenia. *Nutrición Hospitalaria*, 29 (5), 979-988. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v29n5/04revision03.pdf>
- Pancorbo, A. y Pancorbo, E. (2011). *Actividad Física en la prevención y tratamiento de la enfermedad cardiometabólica. La dosis del ejercicio cardiosaludable*. España: IMC.
- Parodi, A. (2016). Ejercicio intermitente de alta intensidad (HIIT) y pérdida de grasa corporal: revisión. *Revista Digital EFDeportes.com*, Buenos Aires, Argentina, 21 (215). Disponible en: <http://www.efdeportes.com/>
- Peña, E., Colina, E., y Vásquez, C. (2009). Actividad física en empleados de la Universidad de Caldas, Colombia. *Revista Hacia la Promoción de la Salud*, 14 (2), 52-65. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=309126692008>
- Pérez, J. y Rojas, M. (2014). Efecto de un plan de entrenamiento físico en el consumo máximo de oxígeno (vo2máx) y el peso en pacientes hipertensos adultos mayores adscritos a la ips Cajasan (Bucaramanga). *Revista Lúdica pedagógica*, pp. 27-38.

- Pérez-Idárraga, A. (2015). Intervención con rumba y educación nutricional para modificar factores de riesgo cardiovascular en adultos con síndrome metabólico. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 37 (1), 29–37.
- Perna, F. (2004). Efectos de la dieta y el ejercicio sobre los parámetros de calidad de vida y aptitud física entre individuos obesos. *Revista PubliCE Premium*; 247, 1-6.
- Saevereid, H. (2014). Speed and Duration of Walking and Other Leisure Time Physical Activity and the Risk of Heart Failure: A Prospective Cohort Study from the Copenhagen City Heart Study. *PLoS ONE* 9 (3). Disponible: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0089909>
- Stenholm, S. (2009). The effect of obesity combined with low muscle strength on decline in mobility in older persons: results from the In CHIANTI Study. *International Journal of Obesity London*. 33 (6), 635-644. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19381155>
- Stephen, B. y Anne, B. (2009). Comparación de los efectos de un programa comercial para la pérdida de peso y la asistencia a un gimnasio. *Revista PubliCE Premium*; 1097, 1-10.
- Trujillo, F. (2008). Tabla para la mejora de la fuerza resistencia. *Revista Digital EFDeportes.com*, Buenos Aires, 13 (127). Disponible en: <http://www.efdeportes.com/>
- Vaquero, R., Alacid, F., Esparza-Ros, F., Muyor, J. M. y López-Miñarro, P. (2015). Efectos de un programa de 16 semanas de Pilates Mat sobre las variables antropométricas y la composición corporal en mujeres adultas activas tras un corto proceso de desentrenamiento. *Nutrición Hospitalaria*, 31 (4), 1738-1747.
- Viñuela, M., Vera, A., Colomer, D., Márquez, G. y Romero, S. (2016). Efecto de 12 sesiones de un entrenamiento interválico de alta intensidad sobre la composición corporal en adultos jóvenes. *Nutrición Hospitalaria*, 33 (3), 637- 643.

Autor principal:

Manuel De Jesús Cortina Núñez

Licenciado en Educación Física (LUZ, Venezuela) y Magister en Fisiología del Ejercicio, Universidad UPEL-IPC Venezuela. Candidato a doctor, Universidad de Baja California, México. Director del Centro de Ciencias del Deporte y Director del Grupo de Investigación Motricidad Siglo XXI, Universidad de Córdoba, Colombia. Profesor universitario de pregrado y posgrado con 25 años de experiencia.